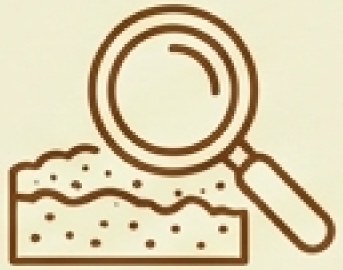
الدرس العملي العاشر: تقدير الأملاح الكلية الذائبة (TSS) ورقم الحموضة (pH)

مقرر مبادئ علوم الأراضي (FE-222)



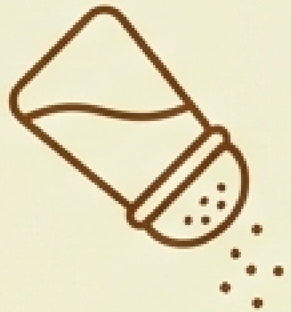
كلية الزراعة - جامعة الأزهر
قسم الأراضي والمياه

محاور الدرس



مقدمة: الفحص الشامل لصحة التربة

لماذا تعتبر الملوحة والحموضة مؤشرين حيويين؟



الجزء الأول: تقدير الأملاح الكلية الذائبة (TSS)

الأساس النظري وتأثير الأملاح على النبات.

الطريقة الوزنية: الخطوات، الحسابات، وتفسير النتائج.



الجزء الثاني: تقدير رقم الحموضة (pH)

مفهوم الـ pH وأهميته الحيوية في كيمياء التربة.

دلالات قيم الـpH وتأثيرها على العناصر الغذائية.

طرق القياس: اللونية (التقريبية) والكهربائية (الدقيقة).



تطبيق عملي وملخص

تمرين شامل لحساب وتحليل نتائج عينة تربة.

لماذا نقوم بهذا الفحص؟

تعتبر ملوحة التربة وحموضتها من أهم المؤشرات التي تحدد صحة التربة وقدرتها على دعم نمو النباتات. تمامًا مثل الطبيب الذي يفحص المريض، يقوم عالم الأراضي بقياس **الأملاح الذائبة (TSS) ورقم الحموضة (pH)** لتشخيص حالة التربة.

رقم الحموضة (pH):

يمثل "أيض" التربة. يتحكم في العمليات الكيميائية والحيوية، ويحدد توفر العناصر الغذائية الأساسية للنبات.



الأملاح الكلية الذائبة (TSS):

تشبه "حمى" التربة. التركيزات العالية تسبب إجهادًا للنبات وتعيق امتصاص الماء والعناصر الغذائية.



أولاً: تقدير الأملاح الكلية الذائبة (TSS) - الأساس النظري

ما هي الأملاح الذائبة؟

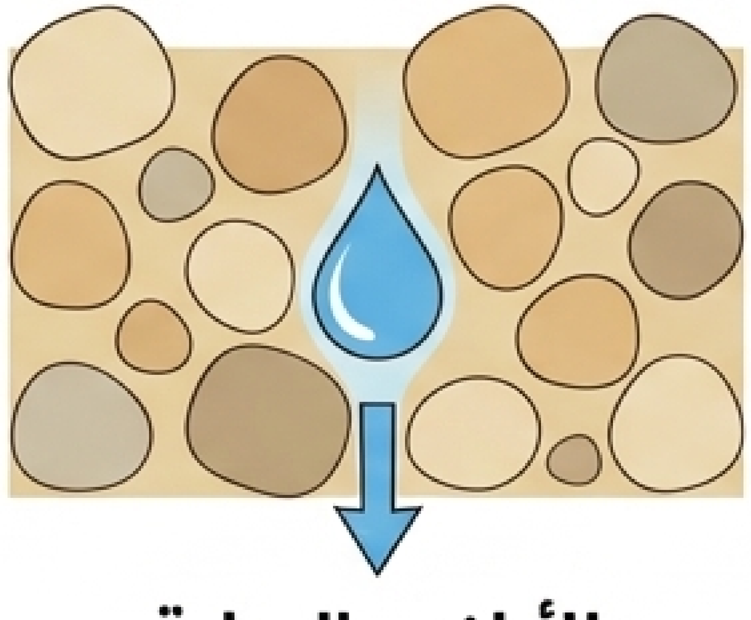
هي مركبات كيميائية توجد ذائبة في المحلول الأرضي،مثل: كلوريد الصوديوم، كبريتات الصوديوم، كربونات الصوديوم، وكبريتات المغنسيوم والكالسيوم.

كيف تؤثر على النبات؟

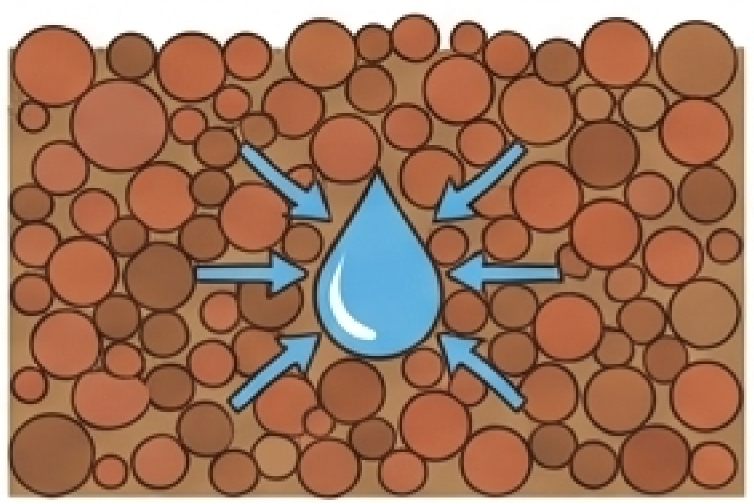
1. **نوع الأملاح:** طبيعة الأيونات السائدة.
2. **درجة التركيز:** كمية الأملاح بالنسبة لكمية الرطوبة في التربة.

إحصائية رئيسية: الحدود الضارة للتركيز

يلعب نوع التربة دوراً حاسمًا في تحديد مدى خطورة تركيز الأملاح.



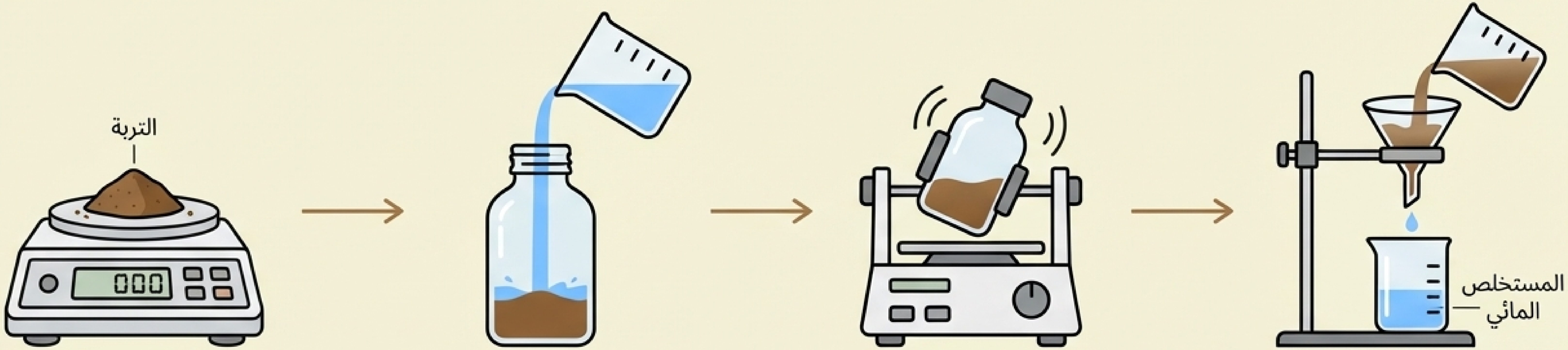
الأراضي الرملية
(قدرة احتفاظ منخفضة بالماء)
0.2%



الأراضي الطينية
(قدرة احتفاظ عالية بالماء)
0.5%

الطريقة الوزنية: الخطوة 1 - تحضير المستخلص المائي (1:5)

لتقدير كمية الأملاح، يجب أولاً استخلاصها من التربة في محلول مائي. نتبع نسبة 1 جزء تربة إلى 5 أجزاء ماء مقطر.



1. الوزن: يوزن **50 جم** من التربة الجافة هوائيًاً وتوضع في زجاجة نظيفة.

2. الإضافة: يضاف إليها **250 سم^3** من الماء المقطر.

3. الرج: تُرَج الزجاجة لمدة **ساعة** في جهاز الرج الميكانيكي لضمان ذوبان الأملاح الأملاح بالكامل.

4. الترشيح: يُرشح المحلول باستخدام ورق ترشيح للحصول على على "المستخلص المائي" النقي.

الطريقة الوزنية: الخطوة 2 - التبخير والحساب

بعد الحصول على المستخلص المائي، نقوم بتبخير الماء **لنحصل على الأملاح الصلبة** المتبقية ونزنها.

معادلة الحساب

الوزن المقاس بعد التبخير

$$\% \text{ للأملاح الكلية الذائبة} = \left[\frac{\text{وزن المتبقي (جم)}}{50}\right] \times \left[\frac{250}{50}\right] \times 100$$

حجم المترشح المأخوذ (مل)

الحجم الكلي للماء المضاف (مل)

وزن التربة الأصلي (جم)

خطوات العمل

1. يؤخذ **50 مل** من المترشح ويوضع في جفنة نظيفة وجافة ومعلومة الوزن.
الوزن.

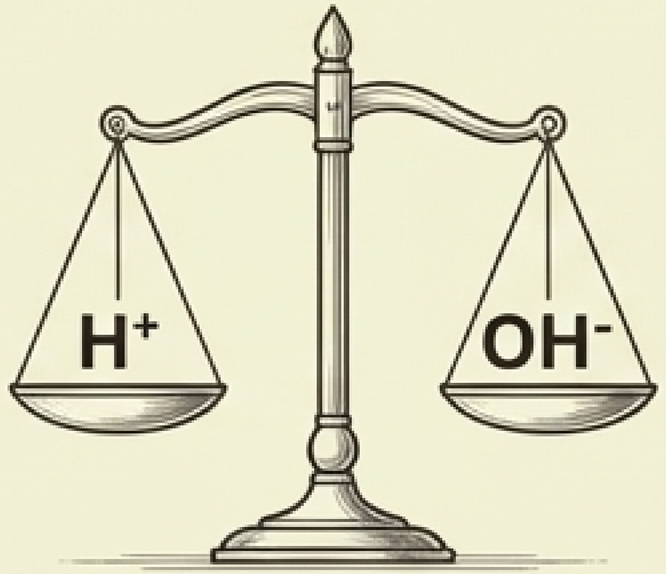


2. توضع الجفنة على حمام رملي عند درجة حرارة **105م** حتى يتبخر الماء تمامًا ويثبت وزن الجفنة.
3. تبرد الجفنة في مجفف ثم توزن. الفرق في الوزن هو "وزن المتبقي" من الأملاح.

ثانياً: تفاعل التربة (pH) - فهم "أيض" التربة

تتحدد حموضة أو قلوية التربة بتركيز **أيونات الهيدروجين (H^+)** في المحلول الأرضي.

المبدأ الأساسي: اتزان الماء



يوجد أيون الهيدروجين (H^+) في حالة اتزان اتزان **دائم** مع أيون الهيدروكسيل (OH).

إذا زادت إحداهما، قلت الأخرى.

القانون: حاصل ضرب تركيزهما دائمًا ثابت ويساوي **10^{-14} مول/لتر**.

$$HOH \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

عند التعادل: $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$

ما هو الـ pH؟

هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين.

مثال: إذا كان تركيز الهيدروجين [$H^+ = 10^{-10}$] مول/لتر، فإن **pH = 10**.

فك رموز مقياس الـ pH: دلالات التربة وأثرها على خصوبتها

<-- قلوية (Alkaline) **متعادلة (Neutral)* حامضية (Acidic) -->



pH > 7.5: التربة القلوية

- **الخصائص:** غنية **بالكاتيونات القاعدية، قد يتراكم الجير والأملاح.**
- **التأثير:** يحدث نقص في توفر عناصر هامة مثل **الحديد، المنجنيز، الزنك، النحاس، والفوسفور.**

pH ≈ 7 *: التربة المتعادلة**

- **الحالة المثالية:** توازن جيد، معظم معظم العناصر الغذائية متاحة.

pH < 7 **: التربة الحامضية

- **الخصائص:** مغسولة، فقيرة في الكاتيونات القاعدية، نشاط ميكروبي منخفض.
- **التأثير:** تزداد ذائبية عناصر مثل **الألومنيوم والمنجنيز** لدرجة قد تصل إلى السمية للنبات.

طرق قياس الـ pH (1): الطريقة اللونية التقريبية

تعتمد هذه الطريقة على استخدام أدلة كيميائية يتغير لونها عند قيم pH معينة. هي طريقة سريعة ولكنها غير دقيقة وتُعطي رقم حموضة تقريبي فقط.

اللون	رقم الحموضة الحرج (pH)	الدليل
أخضر	4.6	بروموكريزول جرين
برتقالي بيج	6.0	كلوروفينول رد
أخضر	7.3	بروموتيمول بلو
أحمر برتقالي	7.3	فينول رد

مخلوط الدلائل (مناسب للأراضي الزراعية):

يمكن استخدام مخلوط من **البروموتيمول بلو** و**البروموكريزول** للحصول على مدى واسع من الألوان:



طرق قياس الـ pH (2): الطريقة الكهربائية الدقيقة

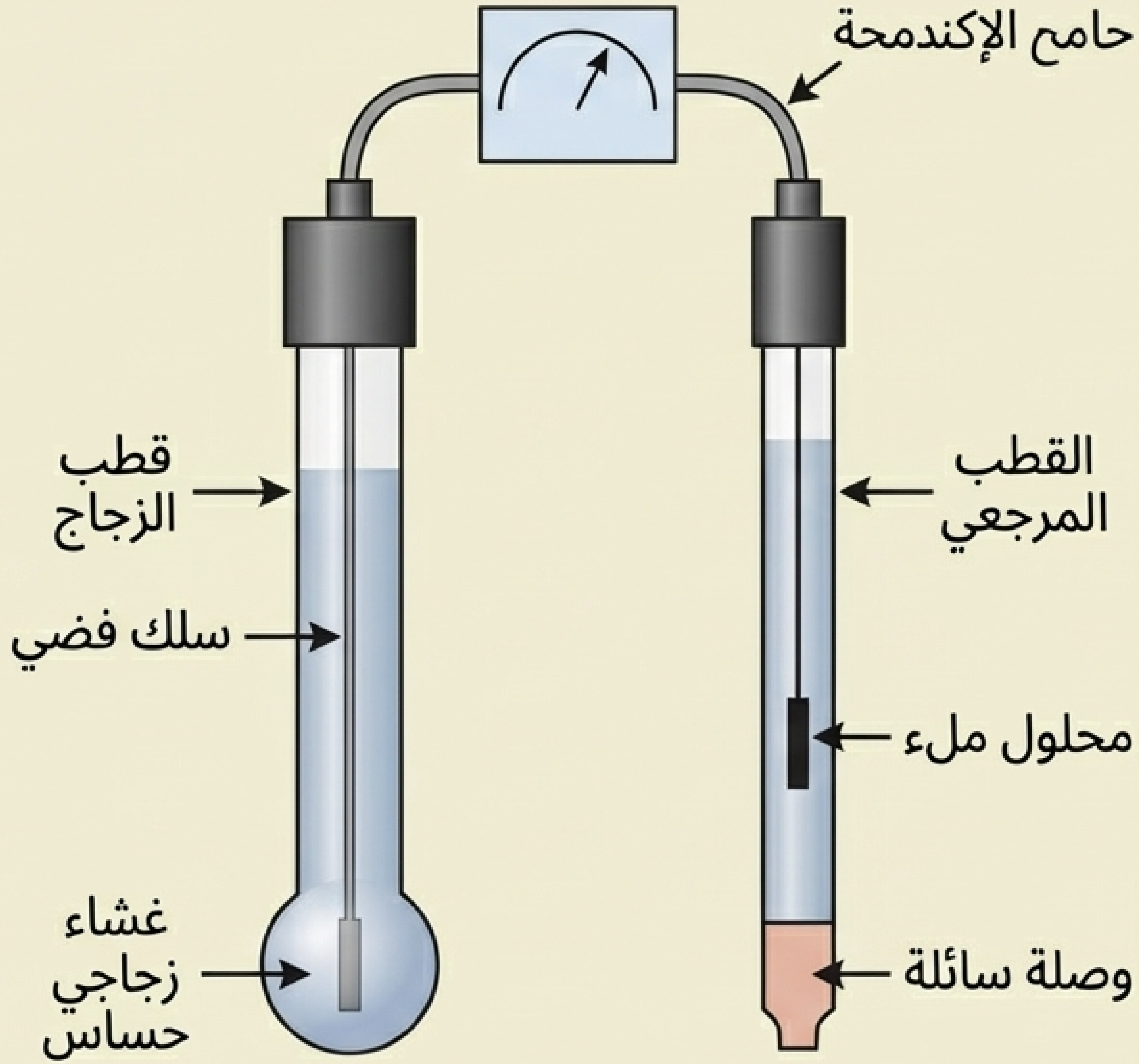
تعتبر هذه الطريقة هي الأدق والأكثر استخدامًا.
تعتمد على جهاز قياس الـ pH الذي يستخدم قطبين لقياس فرق الجهد الكهربي.

مبدأ العمل:

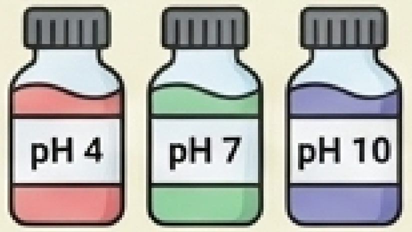
1. **قطب الزجاج (Glass Electrode):** قطب حساس يتغير جهده الكهربي بناءً على تركيز أيونات الهيدروجين (H+) في المحلول.
2. **القطب المرجعي (Reference Electrode):** قطب (مثل الكالوميل) جهده ثابت ولا يتأثر بتركيب المحلول.

النتيجة:

يقيس الجهاز **الفرق في الجهد** بين القطبين، والذي يتناسب طرديًا مع تركيز أيونات الهيدروجين، الهيدروجين، ويترجمه مباشرة إلى قراءة **pH**.



الطريقة الكهربائية: خطوات العمل



1. **المعايرة (Calibration)**
تُستخدم **محاليل منظمة (Buffers)** ذات قيم pH معروفة (مثل 4، 7، 10) لضبط الجهاز والتأكد من دقته.



2. **تحضير العينة**
يُحضّر معلق التربة بنسبة **1:1** أو **1:5** (تربة : ماء مقطر)، أو تُحضّر عجينة تربة مشبعة.



3. **القياس**
تُترك العينات لمدة نصف ساعة مع التقليب، ثم يُغمر قطب الزجاج في العينة وتؤخذ القراءة بعد استقرارها.

ملحوظة هامة:
يُستخدم أحيانًا محلول **كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$)** بتركيز 0.01 مولار بدلاً من الماء المقطر. الهدف هو توحيد قوة تركيز الأملاح في العينات المختلفة، مما يقلل من تأثير الملوحة على قراءة الـ pH ويعطي نتيجة أكثر استقرارًا.

ملخص تشخيص صحة التربة

المؤشر	الأملاح الكلية الذائبة (TSS)	رقم الحموضة (pH)
ما هو؟	تركيز الأملاح في محلول التربة.	مقياس لوغاريتمي لحموضة أو قلوية التربة.
لماذا يهم؟	التركيزات العالية تسبب إجهادًا **أسموزيًّا وسمية** للنبات.	يتحكم في توفر العناصر الغذائية والنشاط الميكروبي.
كيف يُقاس؟	بالطريقة الوزنية (تبخير الماء ووزن المتبقي).	بالطريقة الكهربائية (الأكثر دقة باستخدام قطب الزجاج.
المؤشر الحرج	لتربة الرملية، **0.2%** للطينية. **0.5%**	المدى المثالي لمعظم النباتات: **6.0 - 7.5**.

تمرين عملي: دراسة حالة

السيناريو:

أُخذت عينة تربة **طينية** وزنها **50 جم** لإجراء التحاليل. بعد تحضير المستخلص المائي بنسبة **1:5** وأخذ **50** مل منه للتبخير، كان **وزن المتبقي من الأملاح 0.15 جم.**

عند قياس رقم الحموضة لنفس عينة التربة، كانت القراءة **pH = 8.8.**

المطلوب:

1. **احسب النسبة المئوية للأملاح الكلية الذائبة في التربة.** هل تعتبر هذه التربة مالحة وضارة للنبات؟ ولماذا؟
2. **حلّل حالة التربة** بناءً على قيمة الـ **pH.** ما هي أبرز المشاكل الغذائية التي تتوقع وجودها في هذه التربة؟

حل التمرين وتحليل النتائج

تحليل رقم الحموضة (pH)

قيمة الـ pH = 8.8

التحليل: هذه القيمة تشير إلى أن التربة **شديدة القلوية**.

التشخيص: في هذه الظروف، **يُتوقع وجود نقص حاد في توفر عناصر هامة مثل الحديد، المنجنيز، الزنك، والنحاس، وكذلك الفوسفور.**

حساب نسبة الأملاح (TSS)

المعادلة: % للأملاح = $\left[\frac{0.15\ \text{جم}}{50}\right] \times \left[\frac{250}{50}\right] \times 100$

الحساب: 0.003 × 5 × 100 = **1.5%**

التحليل: النسبة المحسوبة (1.5%) **أعلى بكثير** من الحد الحرج للتربة الطينية (0.5%).

التشخيص: **التربة تعاني من ملوحة شديدة وضارة جدًا بنمو النباتات.**

نهاية الدرس العملي العاشر

أسئلة ومناقشة

مقرر: مبادئ علوم الأراضي (FE-222)
قسم الأراضي والمياه
كلية الزراعة - جامعة الأزهر